

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001057

International filing date: 27 January 2005 (27.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-020157  
Filing date: 28 January 2004 (28.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 March 2005 (24.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

25.02.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   1 月 2 8 日  
Date of Application:

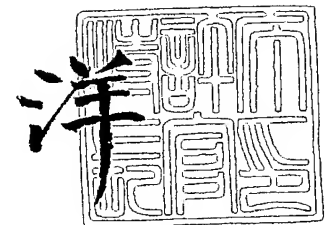
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 2 0 1 5 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 0 2 0 1 5 7 ]

出   願   人            東京エレクトロン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   2 月 1 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 JP032344  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/285  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 石塚 修一  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 佐々木 勝  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 高橋 哲朗  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
    【氏名】 前川 浩治  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000219967  
    【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100099944  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 高山 宏志  
    【電話番号】 045-477-3234  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 062617  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9606708

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

処理室に被処理基板を收容し、前記被処理基板に所定の処理をなす基板処理装置の処理室清浄化方法であって、

前記処理室内に、酸素を含むガスのプラズマと窒素を含むガスのプラズマを交互に形成することを特徴とする基板処理装置の処理室清浄化方法。

**【請求項 2】**

前記プラズマは低電子温度プラズマであることを特徴とする請求項 1 に記載の基板処理装置の処理室清浄化方法。

**【請求項 3】**

前記処理は低電子温度プラズマ処理であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の基板処理装置の処理室清浄化方法。

**【請求項 4】**

前記処理は窒化処理または酸化処理であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置の処理室清浄化方法。

**【請求項 5】**

前記酸素を含むガスは酸素ガスであり、前記窒素を含むガスは窒素ガスであることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置の処理室清浄化方法。

**【請求項 6】**

前記低電子温度プラズマは、平均自乗速度で定義した電子温度が、 $2\text{ eV}$  以下であることを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置の処理室清浄化方法。

**【請求項 7】**

前記低電子温度プラズマは、複数のスロットを有する平面アンテナにて前記処理室内にマイクロ波を導入して形成されることを特徴とする請求項 2 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の基板処理装置の処理室清浄化方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理装置の処理室清浄化方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板処理装置の処理室清浄化に適用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば、半導体装置における回路構造の微細化に伴って、半導体装置の製造プロセスで使用される基板処理装置においては半導体基板が収容される処理室には極めて高い清浄度が要求されるようになってきている。

このため、たとえば、特許文献1では、酸洗浄にて表面に付着した汚染物質を容易に除去することが可能なシリコン結晶体を、処理室内においてプラズマに臨む部分に配置し、処理室内のプラズマに曝される領域の清浄度を高める技術が開示されている。

【0003】

また、特許文献2では、窒素含有化合物とフッ素含有化合物を含むクリーニングガスを堆積装置の処理室内に導入してプラズマを発生させ、処理室内の残留物を揮発性の生成物として除去する技術が開示されている。

また、特許文献3には、処理室にガスを導入してプラズマ化し、このプラズマのスパッタエッチングによって、処理室内に設置されたセラミック部材から汚染物質を除去する技術が開示されている。

【0004】

しかながら、上述のような従来技術ではフッ素含有化合物のような腐食性ガスによる処理室内の金属部材の腐食や処理室内におけるスパッタによる部材ダメージ及びスパッタされた汚染物質の再付着などにより、近年要求される清浄度には対応できなくなった。

たとえば、半導体装置のゲート絶縁膜の形成工程では、鉄(Fe)、銅(Cu)等の微量な金属汚染物質がトランジスタの特性に大きな悪影響を及ぼすため、半導体装置の製造工程中で最も低い汚染レベルが要求されている。

【0005】

一方、処理室の清浄化の別の方法として、大気開放して純水または溶剤による払拭処理を行うことも考えられるが、上述のように清浄度の要求レベルが高い場合には、大気開放による汚染物質の持ち込み等の影響で、却って清浄度が低下することが懸念される。また、大気開放のためには、処理室の分解や再組立という煩雑で長時間を要する作業が必要となり、基板処理装置の稼働率が著しく低下するという技術的課題もある。

【特許文献1】 特開2002-353206号公報

【特許文献2】 特開平9-232299号公報

【特許文献3】 特開平11-3878号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、基板処理装置の稼働率を低下させることなく、被処理基板が収容される処理室を迅速に清浄化することが可能な処理室清浄化技術を提供することを目的とする。

【0007】

また、本発明は、プラズマ処理装置の立ち上げ時等のように処理室の内部の汚染度が比較的高い場合においても、比較的短時間に被処理基板が収容される処理室を、目的の基板処理が可能なレベルにまで清浄化することが可能な処理室清浄化技術を提供することを目的とする。

また、本発明は、腐食性ガスを用いることによる処理室内の腐食に起因する汚染を生じることない処理室清浄化技術を提供することを目的とする。

さらに、本発明は、処理室内におけるスパッタダメージやスパッタされた汚染物質の再

付着を生じることなく、処理室内を清浄化することが可能な処理室清浄化技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は、処理室に被処理基板を収容し、前記被処理基板に所定の処理をなす基板処理装置の処理室清浄化方法であって、

前記処理室内に、酸素を含むガスのプラズマと窒素を含むガスのプラズマを交互に形成することを特徴とする基板処理装置の処理室清浄化方法を提供する。

【0009】

本発明によれば、所定の処理装置、たとえばプラズマ処理を行う処理装置の立ち上げ時や、稼働中の目的の処理の前後等のタイミングにおいて、In-situにて処理室内に酸素プラズマと窒素プラズマとを交互に反復形成する処理室清浄化処理を実行することで、たとえば、酸素プラズマのみまたは窒素プラズマのみ等の単独プラズマにて清浄化を行う場合や、処理室の大気開放による清掃方法等に比較して、高い清浄度に短時間で確実に到達させることが可能となる。この結果、プラズマ処理装置の稼働率の向上や、プラズマ処理工程でのスループットの向上を実現することが可能になる。また、腐食性ガスを用いる場合のような腐食の問題を生じることもない。

特に、このようなプラズマを低電子温度プラズマとすることにより、処理室におけるスパッタによる部材ダメージやスパッタされた汚染物質の再付着が生じず、より一層高度に清浄化することができる。

本発明において前記処理としては低電子温度プラズマ処理が好ましい。また、この処理は窒化処理または酸化処理であることが好ましい。さらに、前記酸素を含むガスは酸素ガスが好ましく、前記窒素を含むガスは窒素ガスが好ましい。

なお、本発明において、低電子温度プラズマとは、0.5 eV～3 eVを意味し、好ましくは電子温度が2 eV以下である。

低電子温度プラズマは、複数のスロットを有する平面アンテナにて前記処理室内にマイクロ波を導入して形成することが好ましい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、基板処理装置の稼働率やスループットを低下させることなく、被処理基板が収容される処理室を迅速に清浄化することができる、という効果が得られる。

【0011】

また、本発明によれば、基板処理装置の立ち上げ時等のように処理室の内部の汚染度が比較的高い場合においても、比較的短時間に被処理基板が収容される処理室を、目的の基板処理が可能なレベルにまで確実に清浄化することができる、という効果が得られる。

【0012】

また、本発明によれば、酸素プラズマや窒素プラズマ等のプラズマを用いるので腐食性ガスを用いることによる処理室内の腐食に起因する汚染を生じることなく、高清浄度を得ることができる。

【0013】

さらに、その際のプラズマ処理を低電子温度プラズマとすることにより、処理室内におけるスパッタダメージやスパッタされた汚染物質の再付着を生じることなく、処理室内をより一層清浄化することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について具体的に説明する。

図1は、本発明の一実施の形態である基板処理装置の処理室清浄化方法を実施するプラズマ処理装置の一例を模式的に示す断面図、図2は、本実施の形態のプラズマ処理装置の制御系の構成の一例を示すブロック図、図3および図4は、本実施の形態の処理室清浄化方法の一例を示す線図である。

## 【0015】

このプラズマ処理装置200は、マイクロ波プラズマにより例えば窒化处理や酸化处理等を行う装置であり、気密に構成され、接地された略円筒状のチャンバ71を有している。チャンバ71の底壁71aの中央部には円形の開口部80が形成されており、底壁71aにはこの開口部80と連通し、下方に向けて突出する排気室81が設けられている。チャンバ71内には被処理基板であるウエハWやダミーウエハWdを水平に支持するためのA1N等のセラミックスからなるサセプタ72が設けられている。このサセプタ72は、排気室81の底部中央から上方に延びる円筒状の支持部材73により支持されている。サセプタ72の外縁部にはウエハWをガイドするためのガイドリング74が設けられている。また、サセプタ72には抵抗加熱型のヒータ75が埋め込まれており、このヒータ75はヒータ電源76から給電されることによりサセプタ72を加熱して、その熱で被処理体であるウエハWを加熱する。ヒータ電源76は、図2に例示されるプロセスコントローラ301が接続されており、これにより図示しない温度センサーの信号に応じてヒータ75の出力が制御される。また、サセプタ72内の上部には電極77が水平に埋設されており、この電極77には整合器78を介してウエハWに高周波バイアスをかけてイオンを引き込むための高周波電源79が接続されている。

## 【0016】

サセプタ72には、ウエハWを支持して昇降させるための3本（2本のみ図示）のウエハ支持ピン82がサセプタ72の表面に対して突没可能に設けられ、これらウエハ支持ピン82は支持板83に固定されている。そして、ウエハ支持ピン82は、エアシリンダ等の昇降機構84により支持板83を介して昇降される。

## 【0017】

チャンバ71の側壁にはガス導入部材85が設けられており、このガス導入部材85にはガス供給系86が接続されている。このガス供給系86はN<sub>2</sub>ガス供給源87、Arガス供給源88、O<sub>2</sub>ガス供給源89を有しており、これらガスが、それぞれガスライン90を介してガス導入部材85に供給され、ガス導入部材85からチャンバ71内に導入される。なお、ガスライン90の各々には、マスフローコントローラ91およびその前後の開閉バルブ92が設けられている。

## 【0018】

上記排気室81の側面には排気管93が接続されており、この排気管93には高速真空ポンプを含む排気装置94が接続されている。そしてこの排気装置94を作動させることによりチャンバ71内のガスが、排気室81の空間81a内へ均一に排出され、排気管93を介して所定の真空度まで高速に減圧することが可能となっている。

## 【0019】

チャンバ71の側壁には、プラズマ処理装置200に隣接する搬送室（図示せず）との間でウエハWや、ダミーウエハWdの搬入出を行うための搬入出口95と、この搬入出口95を開閉するゲートバルブ96とが設けられている。

## 【0020】

チャンバ71の上部は開口部となっており、この開口部の周縁部に沿ってリング状の支持部97が設けられており、この支持部97に誘電体、例えばA1N等のセラミックスからなり、マイクロ波を透過するマイクロ波透過板98がシール部材99を介して気密に設けられている。したがって、チャンバ71内は気密に保持される。

## 【0021】

マイクロ波透過板98の上方には、サセプタ72と対向するように、円板状の平面アンテナ部材101が設けられている。この平面アンテナ部材101はチャンバ71の側壁上端に係止されている。平面アンテナ部材101は、例えば表面が銀メッキされた銅板またはアルミニウム板からなり、長溝状のスロット、あるいは円形状の貫通孔からなる多数のマイクロ波放射孔102が所定のパターンで形成された構成となっている。この平面アンテナ部材101の上面には、真空よりも大きい誘電率の高誘電率特性を有する遅波材103が設けられている。チャンバ71の上面には、これら平面アンテナ部材101および遅

波材 103 を覆うように、シールド蓋体 104 が設けられている。チャンバ 71 の上面とシールド蓋体 104 とはシール部材 105 によりシールされている。シールド蓋体 104 には、図示しない冷却水流路が形成されており、そこに冷却水を通流させることにより、シールド蓋体 104 や遅波材 103 を冷却するようになっている。なお、シールド蓋体 104 は接地されている。

#### 【0022】

シールド蓋体 104 の上壁の中央には開口部 106 が形成されており、この開口部には導波管 107 が接続されている。この導波管 107 の端部には、マッチング回路 108 を介してマイクロ波発生装置 109 が接続されている。これにより、マイクロ波発生装置 109 で発生した例えば周波数 2.45 GHz のマイクロ波が導波管 107 を介して上記平面アンテナ部材 101 へ伝搬されるようになっている。なお、マイクロ波の周波数としては、8.35 GHz、1.98 GHz 等を用いることもできる。

#### 【0023】

導波管 107 は、上記シールド蓋体 104 の開口部 106 から上方へ延出する断面円形状の同軸導波管 107a と、この同軸導波管 107a の上端部に接続された水平方向に延びる断面矩形状の矩形導波管 107b とを有している。矩形導波管 107b の同軸導波管 107a との接続部側の端部はモード変換器 110 となっている。同軸導波管 107a の中心には内導体 111 が延在しており、この内導体 111 の下端部は平面アンテナ部材 101 の中心に接続固定されている。

#### 【0024】

図 2 に例示されるように、上述のプラズマ処理装置 200 の各構成部は、プロセスコントローラ 301 に接続されて制御される構成となっている。プロセスコントローラ 301 には、工程管理者がプラズマ処理装置 200 を管理するためにコマンドの入力操作等を行うキーボードや、プラズマ処理装置 200 の稼働状況を可視化して表示するディスプレイ等からなるユーザインタフェース 302 が接続されている。

#### 【0025】

また、プロセスコントローラ 301 には、プラズマ処理装置 200 で実行される各種処理を当該プロセスコントローラ 301 の制御にて実現するための制御プログラムや処理条件データ等が記録されたレシピが格納されたレシピデータベース 303 が接続されている。

#### 【0026】

そして、必要に応じて、ユーザインタフェース 302 からの指示等にて任意のレシピをレシピデータベース 303 から呼び出してプロセスコントローラ 301 に実行させることで、プロセスコントローラ 301 の制御下で、プラズマ処理装置 200 での所望の処理が行われる。

#### 【0027】

本実施の形態の場合、レシピデータベース 303 には、N<sub>2</sub> ガス供給源 87 から供給される窒素ガスのプラズマにて、ウエハ W の表面の窒化処理を行う窒化プラズマ処理レシピ 303b や、O<sub>2</sub> ガス供給源 89 から供給される酸素ガスのプラズマにてウエハ W の表面の酸化処理を行う酸化プラズマ処理レシピ 303c の他に、図 3 の線図に例示されるような処理室清浄化を行う清浄化処理レシピ 303a が格納されている。

#### 【0028】

この清浄化処理レシピ 303a では、チャンバ 71 の内部に、酸素プラズマ PO と窒素プラズマ PN を、個別に任意の順序にて交互に反復形成する処理を行う。すなわち、最初に酸素プラズマ PO または窒素プラズマ PN を形成する処理から開始して、交互に反復する。この反復の最後は、複数回の酸素プラズマ PO または窒素プラズマ PN の繰り返して終わる。

#### 【0029】

この場合、酸素プラズマ PO の酸素プラズマ形成時間 TO は、たとえば、10 秒～3 分、望ましくは、30 秒～100 秒、O<sub>2</sub> のガス流量は、0.005～5.0 L/分、キャ



リアガスとしての  $A_r$  は、0.1～5.0 L/分、チャンバ 71 の内圧は 6～633 Pa である。

【0030】

一方、窒素プラズマ P N の窒素プラズマ形成時間 T N は、たとえば、10 秒～3 分、望ましくは、30 秒～100 秒、 $N_2$  のガス流量は、0.05～1.0 L/分、キャリアガスとしての  $A_r$  は、0.1～3.0 L/分、チャンバ 71 の内圧は 60～150 Pa である。

【0031】

また、酸素プラズマ形成時間 T O と窒素プラズマ形成時間 T N の間のサイクル中休止時間 T i は、たとえば 20～40 秒、各サイクルの終わり側の時間であるサイクル後休止時間 T j は 20～40 秒である。

【0032】

そして、清浄化処理レシピ 303 a では、酸素プラズマ形成時間 T O ～サイクル後休止時間 T j までを 1 サイクルとし、このサイクルを、たとえば、チャンバ 71 の目的の清浄化レベルに達するまで反復する。

マイクロ波発生装置 109 からチャンバ 71 内に供給する高周波電力は 500 W～5 KW、周波数は 2.45 GHz である。

【0033】

なお、酸素プラズマ P O または窒素プラズマ P N のプラズマポテンシャルを上げる場合は酸素ガスまたは窒素ガスの流量を下げ、プラズマの電子温度を下げるためには酸素ガスまたは窒素ガスの流量を上げる。

【0034】

なお、酸素プラズマ P O または窒素プラズマ P N の形成時のキャリアガスとしては、 $A_r$  に限らず、 $K_r$  等の他の不活性ガスでもよく、キャリアガスによってプラズマの電子温度を変えることができる。

【0035】

以下、本実施の形態の作用の一例について説明する。

まず、このようなプラズマ処理装置 200 における成膜処理の一例を説明する。まず、ゲートバルブ 96 を開にして搬入出口 95 から清浄なウエハ W をチャンバ 71 内に搬入し、サセプタ 72 上に載置する。

【0036】

そして、たとえば窒化プラズマ処理を行う場合、まず、ガス供給系 86 の  $N_2$  ガス供給源 87 および  $A_r$  ガス供給源 88 から、 $N_2$  ガスおよび  $A_r$  ガスを所定の流量でガス導入部材 85 を介してチャンバ 71 内に導入し、所定の圧力に維持する。

【0037】

同時にマイクロ波発生装置 109 からのマイクロ波をマッチング回路 108 を経て導波管 107 に導く。マイクロ波は、矩形導波管 107 b、モード変換器 110、および同軸導波管 107 a を順次通って平面アンテナ部材 101 に供給され、平面アンテナ部材 101 からマイクロ波透過板 98 を経てチャンバ 71 内におけるウエハ W の上方空間に放射される。この場合に、マイクロ波は遅波材 103 によって波長が短くされている。マイクロ波は、矩形導波管 107 b 内では T E モードで伝搬し、この T E モードのマイクロ波はモード変換器 110 で T E M モードに変換されて、同軸導波管 107 a 内を平面アンテナ部材 101 に向けて伝搬されていく。

【0038】

平面アンテナ部材 101 からマイクロ波透過板 98 を経てチャンバ 71 に放射されたマイクロ波によりチャンバ 71 内では  $N_2$  ガスおよび  $A_r$  ガスがプラズマ化し、この窒素プラズマによりウエハ W の表面の窒化処理を行う。このマイクロ波プラズマは、プラズマ密度が高い低電子温度プラズマであり、形成条件を調整することにより、電子温度を 2 e V 以下、さらには 1 e V 以下に制御することが可能である。

【0039】

このような、低電子温度プラズマによる処理は、下地ダメージが小さい等のメリットがあるため、たとえば、ゲート回りのプラズマ処理等に適用されるが、この場合には、チャンバ 71 内における金属元素等による汚染の許容レベルが、たとえば、汚染物質原子の個数で、 $2 \times 10^{10}$  個/cm<sup>2</sup> 以下と極めて低く、極めて高い清浄度が要求される。このため、本実施の形態では、以下のような処理室清浄化により、このような高い清浄度を実現する。

#### 【0040】

たとえば、プラズマ処理装置 200 の立ち上げ時や、ウエハ W の窒化プラズマ処理、酸化プラズマ処理等の各ロットの前後において、チャンバ 71 の内部の汚染を除去する必要がある場合等に、随時、ユーザインタフェース 302 からプロセスコントローラ 301 に指示して、清浄化処理レシピ 303 a を呼び出して実行する。あるいは他のレシピの一部で、本実施の形態の清浄化処理レシピ 303 a を自動的に呼び出して実行されるようにしてもよい。

#### 【0041】

このようなプラズマ処理装置 200 における清浄化処理レシピ 303 a の実行においては、まず、ゲートバルブ 96 を開にして搬入出口 95 から清浄なダミーウエハ W d をチャンバ 71 内に搬入し、サセプタ 72 上に載置する。これはダミーウエハ W d にて、サセプタ 72 を酸素プラズマ P O や窒素プラズマ P N から保護するため、および処理室清浄化後にダミーウエハ W d の表面を観察して汚染状態の改善度合いを評価するために行われる。なお、必ずしもダミーウエハ W d をサセプタ 72 に載置しなくてもよい。

#### 【0042】

そして、まず、チャンバ 71 内を所定の圧力、例えば 10 ~ 300 Pa に維持し、ガス供給系 86 の O<sub>2</sub> ガス供給源 89 および Ar ガス供給源 88 から、O<sub>2</sub> ガスおよび Ar ガスをそれぞれ、5 ~ 1000 mL/min および 0.1 ~ 3 L/min の流量でガス導入部材 85 を介してチャンバ 71 内に導入する。

#### 【0043】

同時に、上記窒化処理等の本来のプラズマ処理の場合と同様、マイクロ波発生装置 109 からのマイクロ波をマッチング回路 108 を経て導波管 107 に導く。マイクロ波は、矩形導波管 107 b、モード変換器 110、および同軸導波管 107 a を順次通って平面アンテナ部材 101 に供給され、平面アンテナ部材 101 からマイクロ波透過板 98 を経てチャンバ 71 内におけるダミーウエハ W d の上方空間に放射される。

#### 【0044】

平面アンテナ部材 101 からマイクロ波透過板 98 を経てチャンバ 71 に放射されたマイクロ波によりチャンバ 71 内では O<sub>2</sub> ガスおよび Ar ガスがプラズマ化し、この酸素プラズマ P O により活性化された O ラジカル (O\*) 等により、酸素プラズマ形成時間 T O だけ、酸素プラズマ P O によるチャンバ 71 の内部の浄化が行われる。

#### 【0045】

その後、O<sub>2</sub> ガスおよびマイクロ波発生装置 109 からの高周波電力の供給を停止し、サイクル中休止時間 T i だけ、プラズマを停止しする。このサイクル中休止時間 T i の間も、キャリアガスである Ar の供給は継続され、チャンバ 71 の内部は所定の圧力に維持される。

#### 【0046】

その後、チャンバ 71 の内部に、ガス供給系 86 の N<sub>2</sub> ガス供給源 87 から、N<sub>2</sub> ガスを 5 ~ 1000 mL/min の流量でガス導入部材 85 を介してチャンバ 71 内に導入するとともに、マイクロ波発生装置 109 からの高周波電力の供給を再開し、平面アンテナ部材 101 からマイクロ波透過板 98 を経てチャンバ 71 に放射されたマイクロ波によりチャンバ 71 内では N<sub>2</sub> ガスおよび Ar ガスがプラズマ化し、この窒素プラズマ P N により活性化された N ラジカル (N\*) 等により、窒素プラズマ形成時間 T N の間だけ、窒素プラズマ P N によるチャンバ 71 の内部の浄化が行われる。

#### 【0047】

そして、窒素プラズマ形成時間  $T_N$  の経過後、サイクル後休止時間  $T_j$  の間だけ、チャンバ 71 に対する  $N_2$  ガスの供給、およびマイクロ波発生装置 109 からの高周波電力の供給が停止される。

#### 【0048】

この 1 サイクルを必要なサイクル数だけ反復することにより、チャンバ 71 の内部を高度に清浄化する処理室清浄化が完了し、ダミーウエハ  $W_d$  はチャンバ 71 の外部に搬出される。

なお、上述の処理室清浄化の途中で任意の契機でダミーウエハ  $W_d$  を清浄なものに入れ替えるとともに、取り出したダミーウエハ  $W_d$  の表面の汚染度を評価することで、後述の図 5 および図 6 のような評価結果を得ることができ、処理室清浄化による汚染物質の除去効果の達成度を把握することができる。

#### 【0049】

なお、本実施の形態の場合、一例として、この処理室清浄化の最後のサイクルでは、最後に形成される窒素プラズマ  $P_N$  または酸素プラズマ  $P_O$  の最終処理時間  $T_F$  は、それ以前の窒素プラズマ形成時間  $T_N$  または酸素プラズマ形成時間  $T_O$  の、たとえば 3 倍以上とする。これにより、処理室清浄化中にチャンバ 71 内に交互に形成された酸素プラズマ  $P_O$  または窒素プラズマ  $P_N$  の影響が、処理室清浄化の完了後に後続のプロセスに影響することを確実に防止できる。

#### 【0050】

また、本実施の形態の場合、プラズマ処理装置 200 の本来のプラズマ処理機能として、チャンバ 71 への  $N_2$  と  $Ar$  の供給によるウエハ  $W$  の窒化処理、 $O_2$  と  $Ar$  の供給によるウエハ  $W$  の酸化処理のいずれも可能であるが、これらのウエハ  $W$  の窒化処理や酸化処理に先立って、上述の処理室清浄化を実行する場合、後続のプロセスがウエハ  $W$  の窒化処理であるか酸化処理であるかによって、処理室清浄化の最後にチャンバ 71 に形成されるプラズマの種類を後続のプラズマ処理で用いられるプラズマに一致させる。

すなわち、処理室清浄化後に、チャンバ 71 への  $N_2$  と  $Ar$  の供給によるウエハ  $W$  の窒化処理を行う場合には、図 3 に示すように、処理室清浄化後に最終処理時間  $T_F$  の窒素プラズマの断続的な形成によるシーズニング処理を実行した後に、ウエハ  $W$  の窒化処理に移行する。

また、処理室清浄化後に、 $O_2$  と  $Ar$  の供給によるウエハ  $W$  の酸化処理を行う場合には、図 4 に示すように、処理室清浄化後に最終処理時間  $T_F$  の酸素プラズマの断続的な形成によるシーズニング処理を実行した後に、ウエハ  $W$  の酸化処理に移行する。

#### 【0051】

これにより、先行する処理室清浄化の影響が、後続のウエハ  $W$  への実プロセスに影響することを防止できる。

#### 【0052】

上述の本実施の形態の処理室清浄化におけるチャンバ 71 の清浄化の効果の一例を図 5 および図 6 に示す。これらの図 5 および図 6 は、それぞれ、横軸に処理室清浄化中における酸素プラズマ  $P_O$  および窒素プラズマ  $P_N$  の累積形成時間を取り、縦軸に評価サンプルとしてのダミーウエハ  $W_d$  の表面の汚染状態（単位面積当たりの汚染物質原子の個数）をとったものである。

#### 【0053】

ここでは、まず、チャンバ 71 の真空立ち上げ直後に、酸素プラズマ  $P_O$  および窒素プラズマ  $P_N$  の各々について評価サンプルを採取した。さらに、酸素プラズマ  $P_O$  のステップが 1 分と窒素プラズマ  $P_N$  のステップが 1 分からなる 1 サイクルを 15 回繰り返す合計 30 分の清浄化処理レシピ 303a を 1 回実行して、酸素プラズマ  $P_O$  および窒素プラズマ  $P_N$  の各々の場合について評価サンプルを採取した。そして、この 1 回当たり 30 分の処理室清浄化操作をさらに 4 回、合計 5 回繰り返し、その都度同様に酸素プラズマ  $P_O$  および窒素プラズマ  $P_N$  の各々の場合について評価サンプルを採取した（合計 150 分）。

#### 【0054】

図5および図6から明らかなように、酸素プラズマPOおよび窒素プラズマPNのいずれのタイミングで採取した評価サンプルにおいても、チャンバ71を大気開放することなく、150分という非常に短時間で、目標の $2 \times 10^{10}$  原子/cm<sup>2</sup>以下の清浄度に到達しており、近年のチャンバ71における汚染低減要求の厳しいウエハWをプラズマ処理し得るレベルに迅速に処理室清浄化を行うことが可能となる。

#### 【0055】

参考として、図7および図8に、酸素プラズマPOのみ、および窒素プラズマPNのみでプラズマ形成を反復した場合を例示する。評価サンプルの採取タイミングは、上述の図5および図6と同様である。この図7および図8から明らかなように、酸素プラズマPOのみの反復、および窒素プラズマPNのみの反復、のいずれの場合も、清浄度の目標値である $2 \times 10^{10}$  原子/cm<sup>2</sup>以下の清浄度に到達すること困難であることがわかる。

#### 【0056】

以上説明したように、本実施の形態によれば、チャンバ71を大気開放することなく、すなわち、プラズマ処理装置200の稼働率やスループット等を損なうことなく、清浄化処理レシピ303aを呼び出して実行するだけで、比較的短時間にチャンバ71の内部の汚染物質を除去して、高い清浄度に到達させることができ、プラズマ処理工程における生産性が向上する。

#### 【0057】

また、プラズマ処理装置200の立ち上げ時等のようにチャンバ71の内部の汚染度が比較的高い場合、あるいは汚染度の高いウエハWを誤ってチャンバ71に持ち込んだ場合等においても、比較的短時間にチャンバ71を、目的のプラズマ処理が可能なレベルにまで高度に清浄化することができる、という効果が得られる。この結果、ウエハWに形成される半導体装置の歩留りが向上する。

#### 【0058】

また、清浄化処理にフッ素化合物などの腐食性の物質を用いないので、処理室内の腐食等を招くことがないとともに、低電子温度のプラズマを用いるので、処理内における汚染物質のスパッタや再付着等による汚染を抑制しつつ、高度な処理室清浄化を達成することができる。

#### 【0059】

なお、上述の説明では、酸素を含むガスおよび窒素を含むガスを交互にチャンバ71に供給してプラズマを形成する場合を例示したが、これに限らず、プラズマ処理装置に酸素および窒素を含むガスを導入し、窒素および酸素を含む低電子温度のプラズマを形成することで、プラズマ処理装置の清浄化を行うこともできる。この場合、前記酸素および窒素を含むガスは、NO、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>Oのいずれかを用いることができる。

#### 【0060】

あるいは、プラズマ処理装置に酸素ガスおよび窒素ガスを同時に導入し、窒素および酸素を含む低電子温度のプラズマを形成することでプラズマ処理装置の清浄化を行うこともできる。

#### 【0061】

本発明は、上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。たとえば、上記実施の形態では、処理装置としてマイクロ波を複数のスロットを有する平面アンテナでチャンバ内に伝播してプラズマを形成する低電子温度プラズマ処理装置を用いたが、マイクロ波を導入するアンテナとしてはこれに限るものではなく、またアンテナが無くてもマイクロ波が処理室への導入が可能であれば良い。低電子温度プラズマの生成は、一般的にはマイクロ波によるプラズマ励起により可能であるが、これに限らず誘導結合型や平行平板型のRFプラズマでも、RFをパルス供給することにより低電子温度プラズマを生成することができる。また、近年有磁場RFプラズマによる低電子温度プラズマも提案されているので、これを適用することも可能である。

#### 【0062】

さらに、本発明は低電子プラズマ処理装置に限らず、他のプラズマ処理装置や非プラズ

マ処理装置の処理を対象にしてもよい。さらにまた、上記実施の形態では、処理室の清浄化を低電子温度プラズマを用いて行ったが、他のプラズマを用いて処理室の酸化反応および窒化反応を促進してもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 3 】

【図 1】本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法を実施するプラズマ処理装置の一例を模式的に示す断面図。

【図 2】本発明の一実施の形態であるプラズマ処理装置の制御系の構成の一例を示すブロック図。

【図 3】本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法の作用の一例を示す線図。

【図 4】本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法の作用の一例を示す線図。

【図 5】本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法の効果の一例を示す線図。

【図 6】本発明の一実施の形態である処理室清浄化方法の効果の一例を示す線図。

【図 7】本発明の参考技術である処理室清浄化方法の効果を示す線図。

【図 8】本発明の参考技術である処理室清浄化方法の効果を示す線図。

【符号の説明】

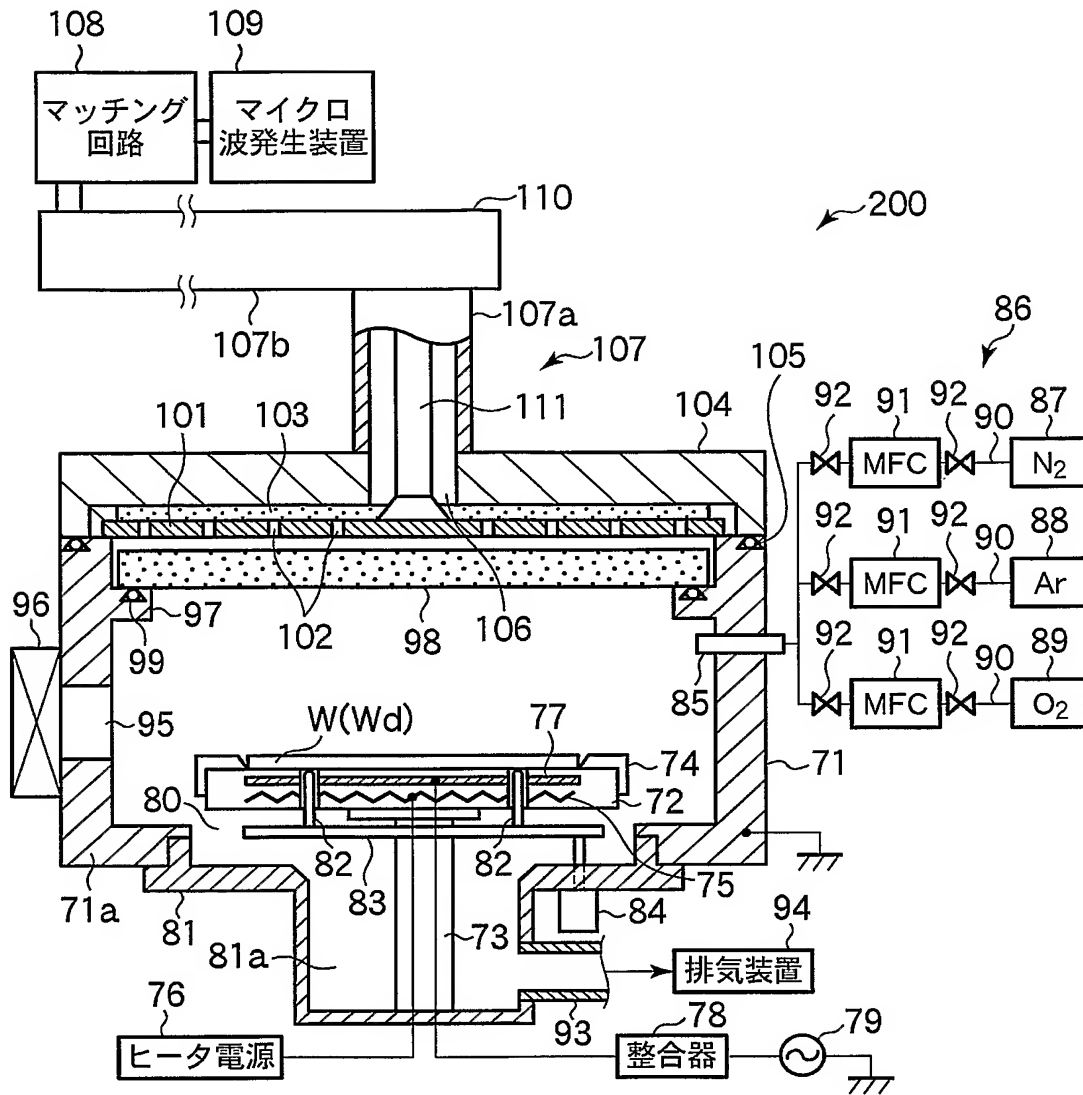
【 0 0 6 4 】

- 7 1 …チャンバ（処理室）
- 7 1 a …底壁
- 7 2 …サセプタ
- 7 3 …支持部材
- 7 4 …ガイドリング
- 7 5 …ヒータ
- 7 6 …ヒータ電源
- 7 7 …電極
- 7 8 …整合器
- 7 9 …高周波電源
- 8 0 …開口部
- 8 1 …排気室
- 8 1 a …空間
- 8 2 …ウエハ支持ピン
- 8 3 …支持板
- 8 4 …昇降機構
- 8 5 …ガス導入部材
- 8 6 …ガス供給系
- 8 7 …N<sub>2</sub> ガス供給源
- 8 8 …A r ガス供給源
- 8 9 …O<sub>2</sub> ガス供給源
- 9 0 …ガスライン
- 9 1 …マスフローコントローラ
- 9 2 …開閉バルブ
- 9 3 …排気管
- 9 4 …排気装置
- 9 5 …搬入出口
- 9 6 …ゲートバルブ
- 9 7 …支持部
- 9 8 …マイクロ波透過板
- 9 9 …シール部材
- 1 0 1 …平面アンテナ部材
- 1 0 2 …マイクロ波放射孔

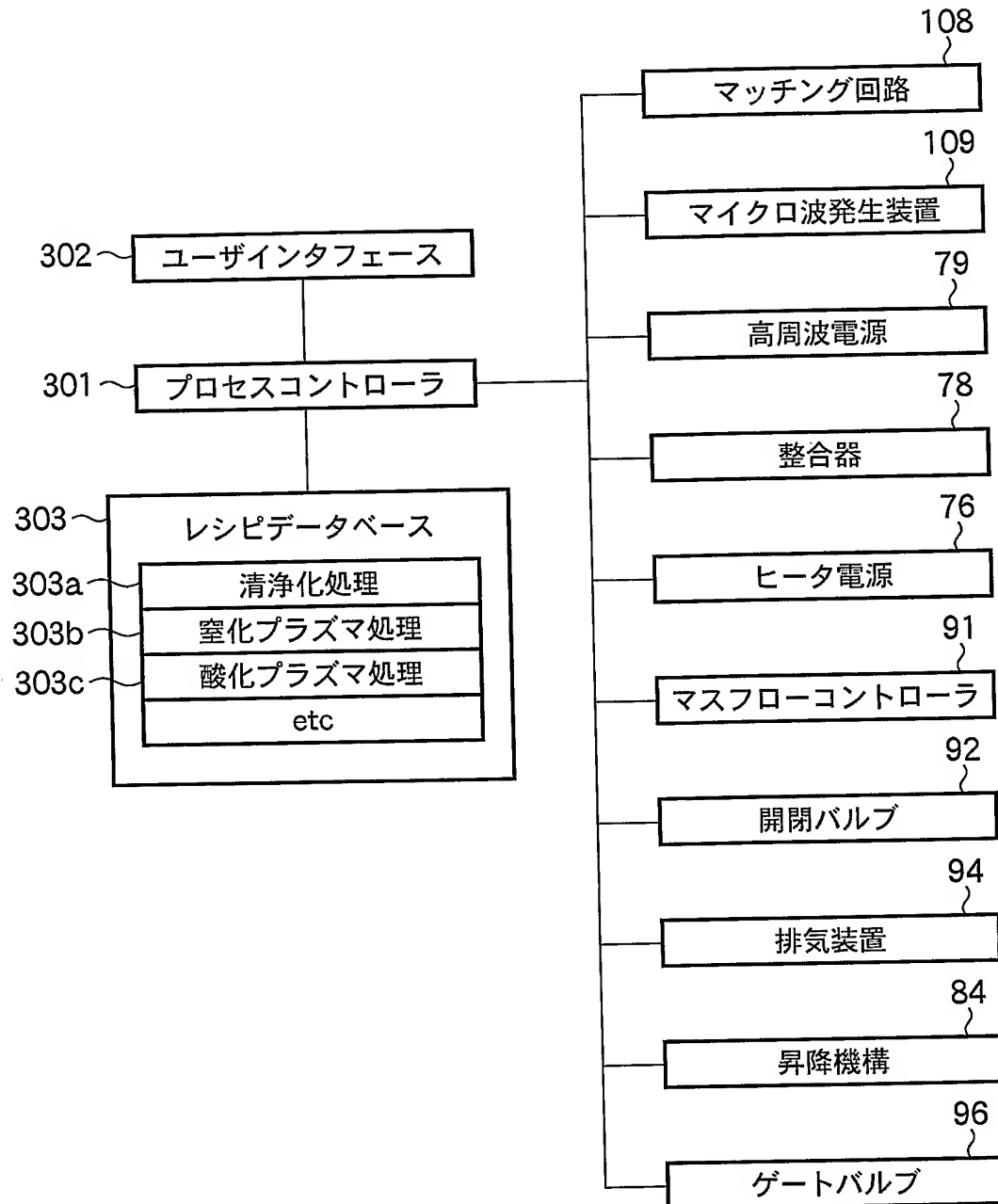
1 0 3 …遅波材  
1 0 4 …シールド蓋体  
1 0 5 …シール部材  
1 0 6 …開口部  
1 0 7 …導波管  
1 0 7 a …同軸導波管  
1 0 7 b …矩形導波管  
1 0 8 …マッチング回路  
1 0 9 …マイクロ波発生装置  
1 1 0 …モード変換器  
1 1 1 …内導体  
2 0 0 …プラズマ処理装置  
3 0 1 …プロセスコントローラ  
3 0 2 …ユーザインタフェース  
3 0 3 …レシピデータベース  
3 0 3 a …清浄化処理レシピ  
3 0 3 b …窒化プラズマ処理レシピ  
3 0 3 c …酸化プラズマ処理レシピ  
P N …窒素プラズマ  
P O …酸素プラズマ  
T F …最終処理時間  
T N …窒素プラズマ形成時間  
T O …酸素プラズマ形成時間  
T i …サイクル中休止時間  
T j …サイクル後休止時間  
W …ウエハ (被処理基板)  
W d …ダミーウエハ (ダミー基板)

【書類名】 図面

【図 1】

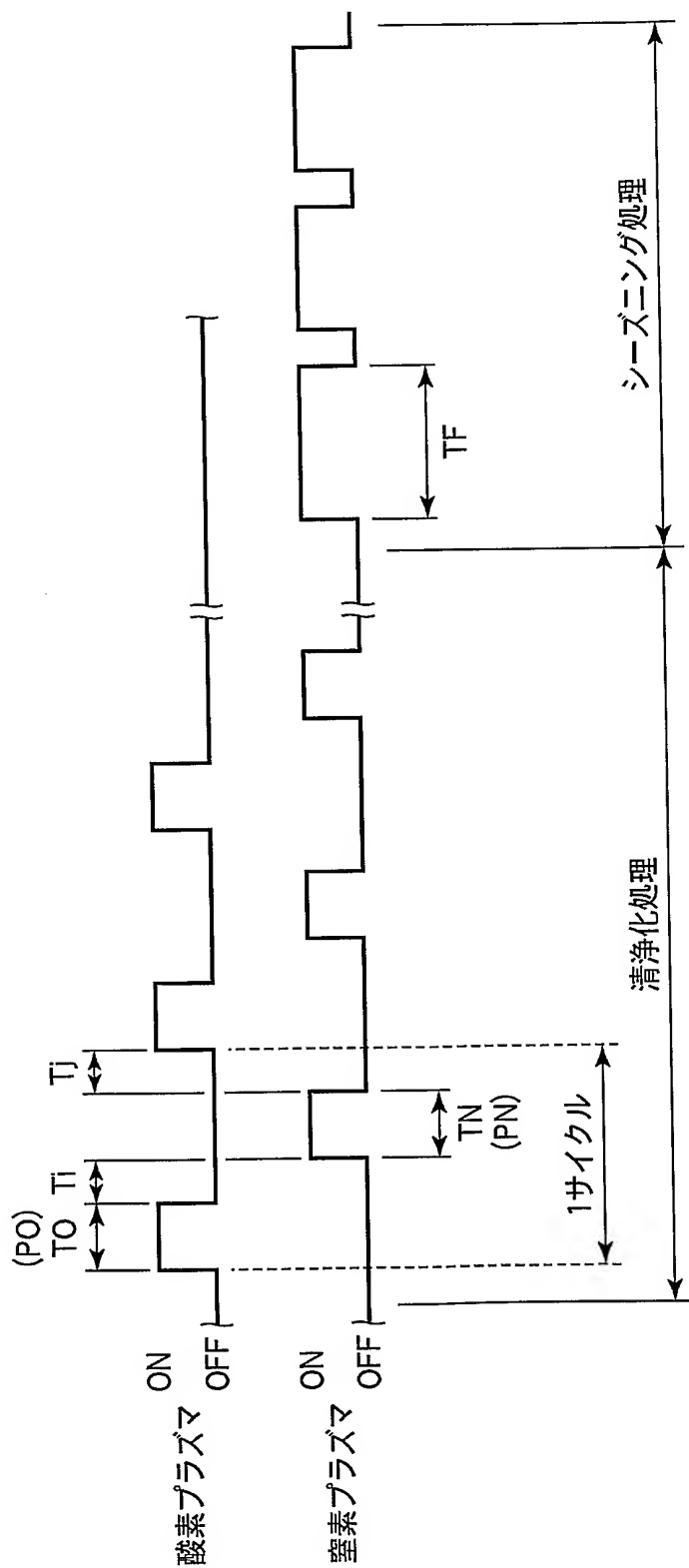


【図 2】

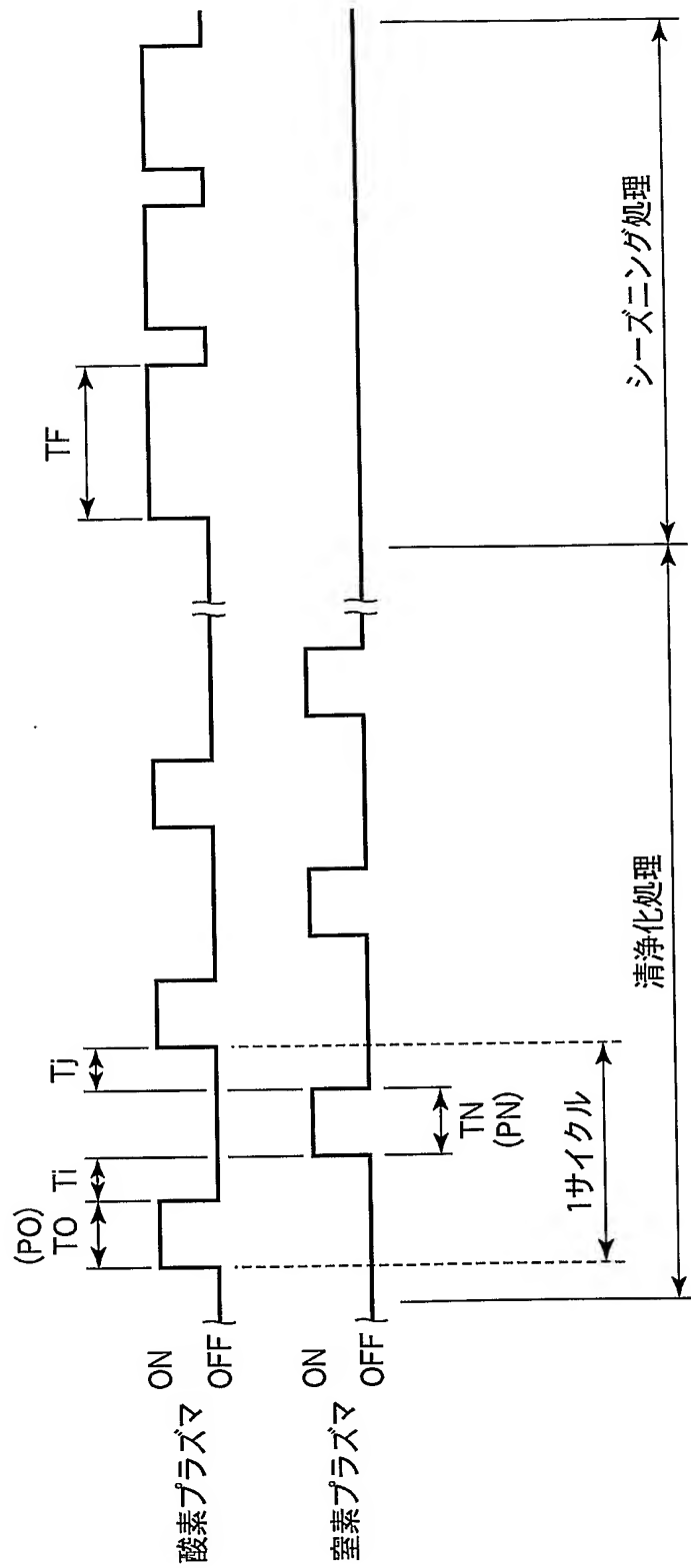




【図 3】

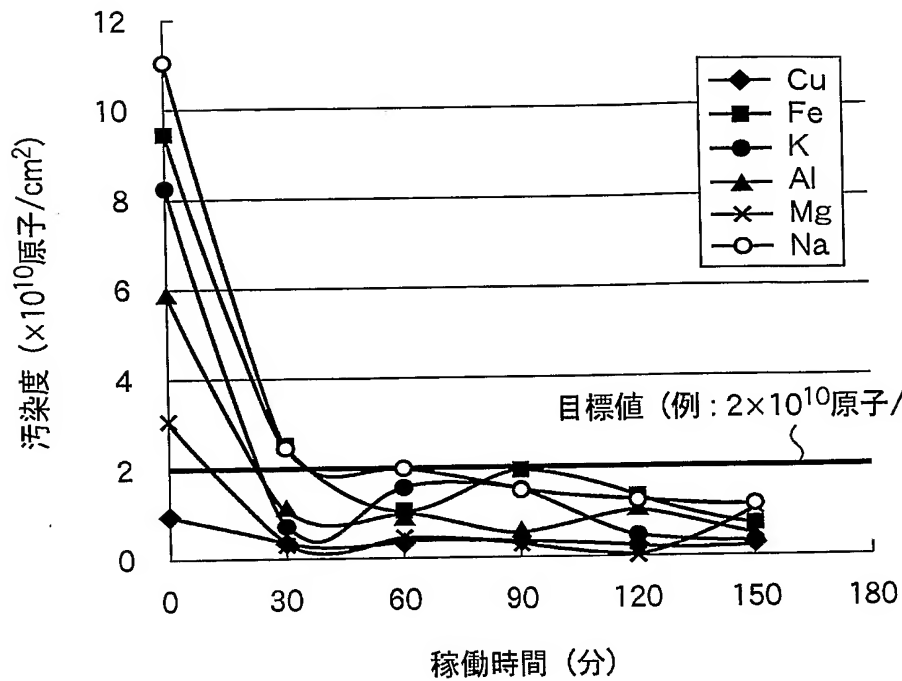


【図 4】



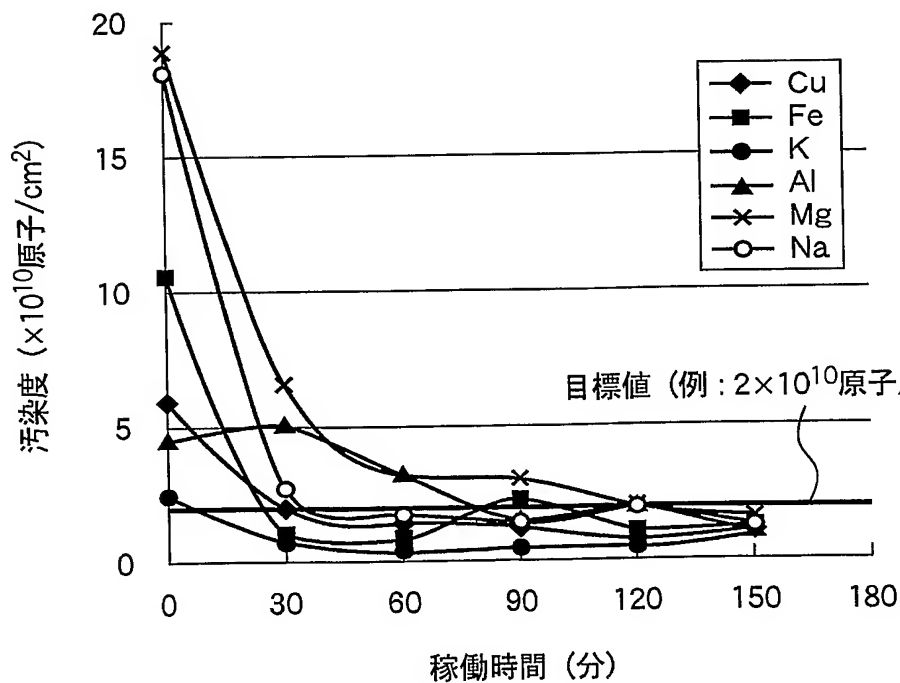
【図 5】

## 酸素プラズマ形成時の汚染サンプリング



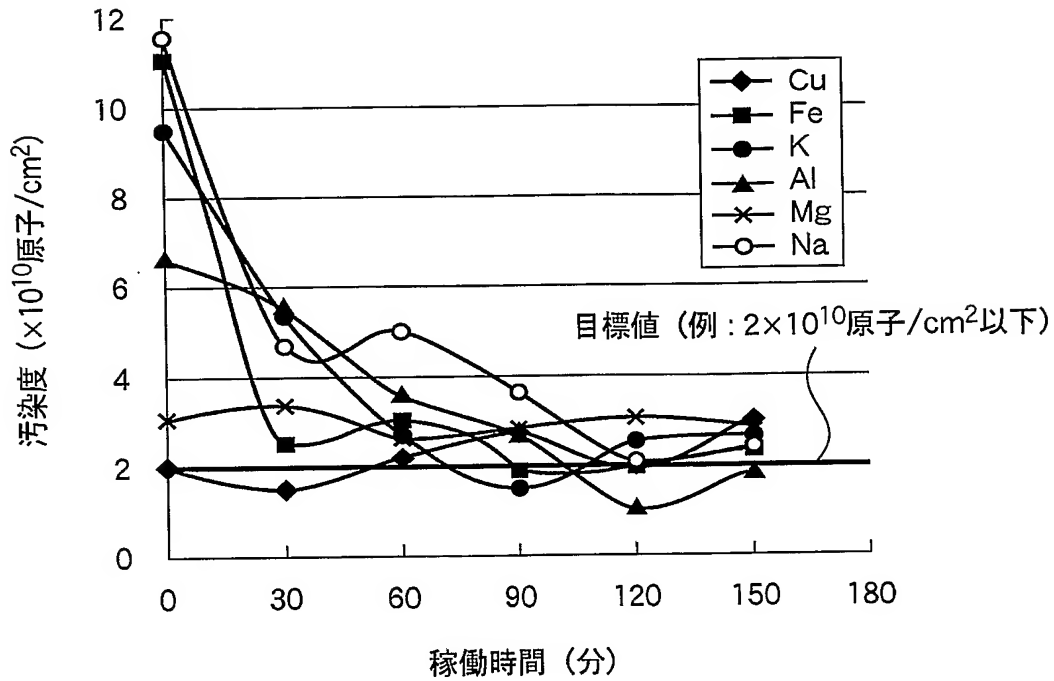
【図 6】

## 窒素プラズマ形成時の汚染サンプリング



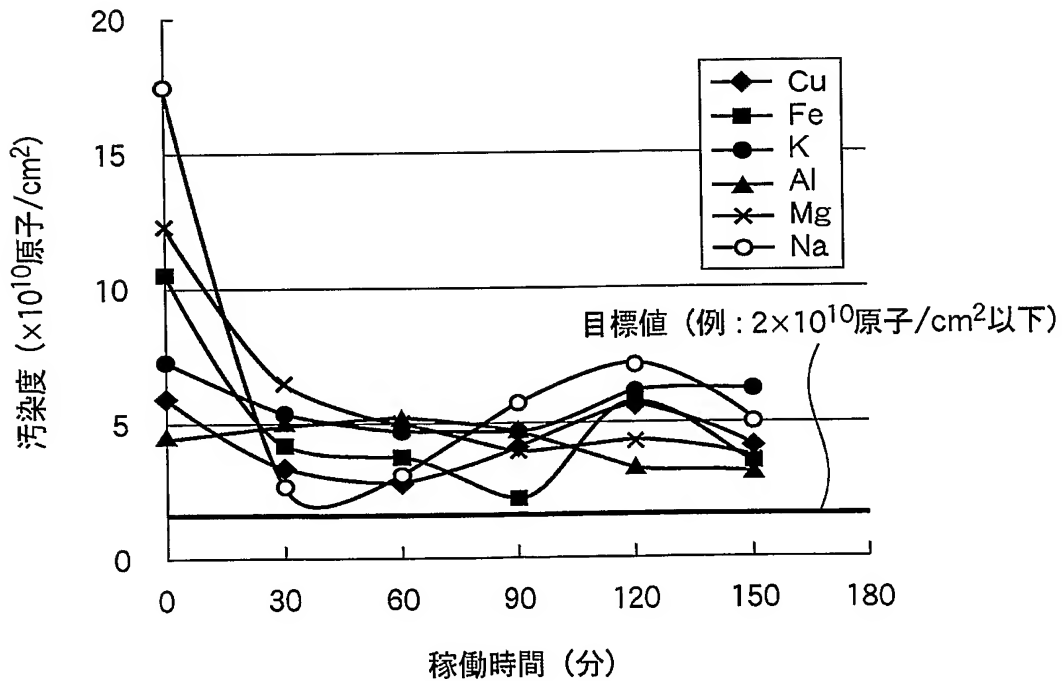
【図 7】

酸素プラズマ形成のみの汚染低減効果



【図 8】

窒素プラズマ形成のみの汚染低減効果



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 稼働率やスループットを低下させることなく被処理基板が収容されるプラズマ処理装置の処理室を迅速に清浄化する。

【解決手段】 プラズマ処理装置のチャンバの内部にサイクル中休止時間  $T_i$  およびサイクル後休止時間  $T_j$  を挟んで酸素プラズマ  $P_O$  を酸素プラズマ形成時間  $T_O$  だけ形成する処理と、窒素プラズマ  $P_N$  を窒素プラズマ形成時間  $T_N$  だけ形成する処理を 1 サイクルとする処理を複数サイクル反復することで、比較的短時間にチャンバ内の汚染等を除去して高度に清浄化する処理室清浄化を行う。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2004-020157
受付番号	50400142254
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成16年 1月29日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 1月28日

特願 2004-020157

ページ : 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日

2003年 4月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社